



Docket No.: P2001,0134

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, Alexandria, VA 22313 20231.

By:

Date: October 22, 2003

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applic. No. : 10/649,411  
Applicant : Heike Drummer et al.  
Filed : August 27, 2003  
Art Unit : to be assigned  
Examiner : to be assigned

Docket No. : P2001,0134  
Customer No.: 24131

CLAIM FOR PRIORITY

Hon. Commissioner for Patents,  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119, based upon the German Patent Application 101 09 328.4 filed February 27, 2001.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

GREGORY L. MAYBACK  
REG. NO. 40,716

Date: October 22, 2003

Lerner and Greenberg, P.A.  
Post Office Box 2480  
Hollywood, FL 33022-2480  
Tel: (954) 925-1100  
Fax: (954) 925-1101

/mjb

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 101 09 328.4

**Anmeldetag:** 27. Februar 2001

**Anmelder/Inhaber:** Infineon Technologies AG, München/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur Entfernung einer Maskenschicht von  
einem Halbleitersubstrat

**IPC:** H 01 L 21/3213

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 1. Juli 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Jerofsky", is placed here.

**Jerofsky**

Beschreibung

Verfahren zur Entfernung einer Maskenschicht von einem Halbleitersubstrat

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Entfernung einer Maskenschicht von einem Halbleitersubstrat.

In der Halbleiterindustrie führt die steigende Integrationsdichte zu größer werdenden Anforderungen an die Strukturierung der verwendeten Schichten. Dies betrifft sowohl die kleiner werdenden Abmessungen als auch die Verwendung neuartiger Materialien und Materialkombinationen. Bei der Strukturierung dieser Schichten ist oft die Verwendung sogenannter Hartmasken vorteilhaft beziehungsweise zwingend notwendig, da Hartmasken eine höhere Ätzresistenz als herkömmliche Lackmasken aufweisen. Die Hartmaske selbst wird mittels konventioneller Lacktechnik strukturiert und zum Beispiel für die Ätzung eines Grabens verwendet. Nach erfolgter Ätzung muß die Hartmaske in vielen Fällen wieder entfernt werden. Beim Entfernen der Hartmaske dürfen die unter ihr liegenden Schichten nicht angegriffen beziehungsweise modifiziert werden. Oftmals wird in den Graben ein Material abgeschieden, daß von dem Material der Schicht, in dem der Graben gebildet ist, verschieben ist. Wird beispielsweise eine metallhaltige Schicht strukturiert, wobei Leiterbahnen gebildet werden, so werden beispielsweise die zwischen den strukturierten Leiterbahnen angeordneten Gräben mit einem isolierenden Material aufgefüllt.

30

Aus dem Stand der Technik sind Verfahren bekannt, welche eine Hartmaske mittels Trockenätzverfahren oder naßchemischen Ätzverfahren entfernen. Ein wesentlicher Nachteil dieser Verfahrens besteht in dem ätzchemischen Angriff beziehungsweise der Modifikation der Schichten, die unter der Hartmaske angeordnet sind. Hierbei handelt es sich oftmals um das mittels der Hartmaske zu strukturierende Material.

Es ist die Aufgabe der Erfindung ein verbessertes Verfahren zur Entfernung einer Maskenschicht von einem Halbleitersubstrat anzugeben.

5

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zur Entfernung einer Maskenschicht von einem Halbleitersubstrat mit den Schritten:

- Bereitstellen eines Halbleitersubstrats, auf dem eine erste Schicht angeordnet ist,
- wobei auf der ersten Schicht eine zweite Schicht und auf der zweiten Schicht eine dritte Schicht angeordnet ist und
- wobei die dritte Schicht so strukturiert ist, daß ein erster Graben in der dritten Schicht gebildet ist, der die zweite Schicht freilegt;
- Ätzen der zweiten Schicht, wobei die dritte Schicht als Ätzmaske verwendet wird und in dem Bereich des ersten Grabens ein zweiter Graben in der zweiten Schicht gebildet wird, der die erste Schicht freilegt;
- Entfernen der dritten Schicht von der zweiten Schicht;
- Ätzen der ersten Schicht, wobei die zweite Schicht als Ätzmaske verwendet wird und in dem Bereich des zweiten Grabens ein dritter Graben in der ersten Schicht gebildet wird, der das Substrat freilegt;
- Abscheiden einer vierten Schicht auf der zweiten Schicht und dem freigelegten Substrat;
- chemisch-mechanisches Polieren der vierten Schicht und nachfolgend der zweiten Schicht, wobei die vierte Schicht von der zweiten Schicht entfernt wird und anschließend die zweite Schicht von der ersten Schicht entfernt wird,
- wobei die vierte Schicht in dem dritten Graben verbleibt.

Ein Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt darin, daß die vierte Schicht und die zweite Schicht während des durchgeführten chemisch-mechanischen Polierens (CMP) abgetragen werden. Hierdurch ist ein integrierter Prozeßschritt möglich, der zunächst die vierte Schicht von der zweiten Schicht ent-

fernt und anschließend zweite Schicht von der ersten Schicht entfernt, wobei die zweite Schicht und die vierte Schicht planarisirt und entfernt werden und die vierte Schicht in dem dritten Graben verbleibt, der in der ersten Schicht ange-  
5 ordnet ist. Bei der zweiten Schicht handelt es sich bei- spielsweise um eine Hartmaske und die vierte Schicht ist bei- spielsweise eine Zwischenschicht, die zwischen Leiterbahnen angeordnet werden kann (Inter Metal Dielectric). Der erfin- dungsgemäße Verfahrensschritt weist den Vorteil auf, daß die

10 Entfernung der Hartmaske mittels CMP gleichzeitig mit der Planarisierung der in die Gräben der mittels der Hartmaske strukturierten Schicht eingefüllten Zwischenschicht durchge- führt wird.

15 Ein vorteilhafter Verfahrensschritt sieht vor, daß die erste Schicht aus einer polysiliziumhaltigen oder einer metallhaltigen Schicht gebildet wird. Die erste Schicht ist beispielsweise eine zu strukturierende Schicht, aus der Leiterbahnen gebildet werden können.

20

Ein weiterer Verfahrensschritt sieht vor, daß die erste Schicht aus einer iridium-, iridiumoxid-, wolfram-, tantal-, titan-, kupfer-, titannitrid-, tantalnitrid-, wolframsilizid-, wolframnitrid-, platin-, iridium-, kobalt-, palladium-, si-  
25 lizid-, nitrid- oder karbidhaltigen Schicht gebildet wird.

Die genannten Materialien sind in vorteilhafter Weise dazu geeignet, mittels eines Ätzverfahrens zu Leitbahnen strukturiert zu werden.

30 Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, daß die zweite Schicht aus einer siliziumnitrid-, siliziumoxid-, polysilizium-, titan-, titannitrid- oder wolframhaltigen Schicht gebildet wird. Die genannten Materialien sind in vorteilhafter Weise dazu geeignet,  
35 als Hartmaske während eines Ätzprozesses verwendet zu werden.

Eine weitere Verfahrensvariante sieht vor, daß die dritte Schicht als eine photosensitive Maskenschicht gebildet wird. Die photosensitive Maskenschicht ist beispielsweise mittels optischer Lithographie und Ätztechnik strukturierbar, so daß 5 sie zur Strukturierung der zweiten Schicht, wie beispielsweise einer Hartmaske, verwendet werden kann.

Ein weiterer Verfahrensschritt sieht vor, daß die vierte Schicht aus einer siliziumoxid-, siliziumnitrid-, butylzyklobuten- oder polybutyloxalathaltigen Schicht gebildet wird. 10

Eine weitere Verfahrensvariante sieht vor, daß das chemisch-mechanische Polieren mit einer Polierflüssigkeit durchgeführt wird, die einen Feststoffgewichtsanteil zwischen 20% und 40% 15 oder Ammoniak enthält oder einen PH-Wert zwischen 9 und 11 aufweist. Eine Polierflüssigkeit, die eine der genannten Eigenschaften aufweist, ist in vorteilhafter Weise zum gleichzeitigen Polieren einer Hartmaske und einer Zwischenschicht geeignet.

20

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der jeweiligen Unteransprüche.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und Figuren näher erläutert.

In den Figuren zeigen:

Figur 1 einen Schichtstapel mit einer strukturierten Lackmaske;

30 Figur 2 den Schichtstapel aus Figur 1, wobei eine Hartmaske strukturiert wurde;

Figur 3 den Schichtstapel aus Figur 2, wobei die Lackmaske 35 entfernt wurde;

Figur 4 den Schichtstapel aus Figur 3, wobei eine Zwischen-  
schicht abgeschieden wurde;

5 Figur 5 die Anordnung aus Figur 4, die mittels CMP teilwei-  
se planarisiert wurde;

Figur 6 die Anordnung aus Figur 5 nach dem Polieren mittels  
CMP.

10 In Figur 1 ist ein Substrat 1 dargestellt, auf dem eine erste  
Schicht 2 angeordnet ist. Auf der ersten Schicht 2 ist eine  
zweite Schicht 3 angeordnet. Auf der zweiten Schicht 3 ist  
eine dritte Schicht 4 angeordnet, in der ein erster Graben 5  
gebildet ist. Die erste Schicht 2 stellt die zu strukturie-  
rende Schicht dar und enthält beispielsweise Iridiumoxid oder  
15 Wolfram oder Tantal oder Titan oder Kupfer oder Titannitrid  
oder Tantalnitrid oder Wolframsilizid oder Wolframnitrid oder  
Platin oder Iridium oder Kobalt oder Palladium oder ein Sili-  
zid oder ein Nitrid oder ein Karbid. Die zweite Schicht 3  
20 bildet beispielsweise eine Hartmaske und enthält beispiels-  
weise Siliziumnitrid oder Siliziumoxid oder polykristallines  
Silizium oder Titan oder Titannitrid oder Wolfram. Die dritte  
Schicht 4 ist beispielsweise eine photosensitive Lackmaske,  
die mittels eines photolithographischen Belichtungsschrittes  
25 belichtet und anschließend entwickelt wurde, wobei der erste  
Graben 5 in der dritten Schicht 4 gebildet wurde.

Mit Bezug auf Figur 2 wird ein Ätzschritt durchgeführt, bei  
dem die zweite Schicht 3 mittels der dritten Schicht 4 struk-  
30 turiert wird. Hierbei wird in dem Bereich des ersten Grabens  
5, der in der dritten Schicht 4 angeordnet ist, ein zweiter  
Graben 6 in der zweiten Schicht 3 gebildet. Dabei wird im Be-  
reich des zweiten Grabens 6 eine Oberfläche der ersten  
Schicht 2 freigelegt.

35

Mit Bezug auf Figur 3 wird nachfolgend die dritte Schicht 4  
entfernt. Hierzu sind beispielsweise Lösungsmittel geeignet,

die eine Lackmaske entfernen können. Dies kann üblicherweise sehr selektiv gegenüber den anderen auf dem Substrat 1 angeordneten Schichten durchgeführt werden. Nachfolgend wird die erste Schicht 2 mittels eines Ätzprozesses strukturiert, wo-

5 bei die zweite Schicht 3 als Ätzmaske verwendet wird. Bei der zweiten Schicht 3 handelt es sich beispielsweise um eine Hartmaske. Während des Ätzprozesses wird in dem Bereich des zweiten Grabens 6 ein dritter Graben 7 gebildet. Der zweite Graben 6 ist in der zweiten Schicht 3 angeordnet und der 10 dritte Graben 7 wird durch den Ätzprozeß in der ersten Schicht 2 gebildet. Durch den Ätzschritt wird der dritte Graben 7 so gebildet, daß er das Substrat 1 zumindest teilweise freilegt.

15 Mit Bezug auf Figur 4 wird nachfolgend eine vierte Schicht 8 auf der strukturierten Anordnung abgeschieden. Die vierte Schicht 8 wird dabei auf dem Substrat 1 und der zweiten Schicht 3 abgeschieden. Dabei füllt die vierte Schicht 8 den dritten Graben 7 auf. Die vierte Schicht 8 enthält beispiels- 20 weise Siliziumoxid oder ein dotiertes Siliziumoxid oder Siliziumnitrid oder ein Dielektrikum mit einer niedrigen Dielektrizitätskonstante kleiner als 2 oder Butylzyklobuten oder Polybutyloxalat. Die genannten Materialien sind in vorteilhafter Weise dazu geeignet, eine isolierende Schicht zwischen 5 leitenden Strukturen zu bilden.

Mit Bezug auf Figur 5 wird ein chemisch-mechanischer Polierschritt (CMP) durchgeführt, bei dem zunächst die vierte Schicht 8 von der zweiten Schicht 3 entfernt wird und der 30 chemisch-mechanische Polierschritt weiterhin durchgeführt wird, wobei mit Bezug auf Figur 6 die zweite Schicht 3 von der ersten Schicht 2 entfernt wird und die vierte Schicht 8 ebenfalls planarisiert wird, wobei die vierte Schicht 8 in dem dritten Graben 7 verbleibt.

35

Beispielsweise wird das chemisch-mechanische Polieren mit einer Westech 472-Polieranlage der Firma Speedfam-Ipec durchge-

führt. Bei der Anlage handelt es sich um eine Polieranlage mit einer Schleifscheibe und zwei Poliertischen. Als Poliertuch auf dem Poliertisch ist beispielsweise ein IC1000 Suba IV der Firma Rodel geeignet. Als Backingfilm (isolierende mechanische Lagerung) auf dem Substrathalter wird das Standardmodell Rodel T3 verwendet. Als Polierflüssigkeit ist beispielsweise Klebosol 30N50 der Firma Clariant geeignet. Ebenfalls sind Polierflüssigkeiten geeignet, die Siliziumoxidpartikel mit einer Größe zwischen 30 und 500 nm bevorzugt 100 nm in einem Feststoffgewichtsprozentanteil zwischen 20 und 40% aufweisen und Ammoniak als Stabilisator verwenden, wobei ein PH-Wert zwischen 9 und 11 vorliegt.

Um ähnliche Abtragsraten für Siliziumoxid und Siliziumnitrid zu erreichen, wird als Polierflüssigkeit eine Suspension mit 30% Siliziumoxid mit einer mittleren Korngröße von 75 nm und Ammoniak als Stabilisator mit einem PH-Wert von ca. 10 verwendet.

Als Umdrehungsgeschwindigkeit des Poliertisches sind beispielsweise 20 bis 70 U/min. geeignet, wobei 65 U/min. besonders vorteilhaft sind. Die Substrathalter können mit 20 bis 70 U/min. betrieben werden, wobei 62 U/min. besonders vorteilhaft sind. Als Anpreßdruck des Substrats an das Poliertuch sind Werte zwischen 3 und 12 PSI geeignet, wobei 8 PSI besonders vorteilhaft sind. Als Rückseitendruck sind Werte zwischen 0 und 5 PSI geeignet, wobei 1 PSI besonders vorteilhaft ist. Die Polierflüssigkeit wird dabei mit einem Fluß von 60 bis 250 ml/Min. eingeleitet, wobei 100 ml/Min. besonders vorteilhaft sind. Wird die zweite Schicht 3 als Hartmaske beispielsweise aus Siliziumnitrid gebildet und die vierte Schicht 8 als Inter-Metal-Dielectric beispielsweise aus Siliziumoxid gebildet, so ergibt sich mit den oben genannten Prozeßparametern eine Abtragsrate von ca. 360 nm/Min., die vorteilhaft ist.

Bevorzugt werden während des chemisch-mechanischen Polierens Prozeßparameter gewählt, die zwischen der zweiten Schicht 3 und der vierten Schicht 8 ein Abtragsratenverhältnis von 1:1 aufweisen. Ebenfalls geeignet sind Abtragsratenverhältnisse 5 zwischen 0,9 und 1,1. Vorteilhaft ist hierbei, wenn die zweite Schicht 3, welche die Hartmaske darstellt, etwas schneller abgetragen wird als die vierte Schicht 8. Als Möglichkeit zur Detektion dafür, daß die zweite Schicht 3 vollständig abgetragen ist und der Prozeß beendet werden kann, ist beispielsweise der Motorstrom geeignet. Dies resultiert daher, 10 daß die zweite Schicht 3 üblicherweise eine zu der ersten Schicht 2 unterschiedlichen Reibung zu dem Poliertuch aufweist. Dabei kann eine Änderung des Motorstroms als Signal für ein Prozeßende verwendet werden. Vorteilhaft ist ebenfalls 15 ein relativ hartes und steifes Poliertuch zu verwenden, wodurch der Planarisierungseffekt begünstigt wird. Beispielsweise ist ein Poliertuch der Härte 50 der Einheit Shore "D" geeignet, die in dem Bereich 35 bis 65 spezifiziert ist. Die Deflection des Poliertuchs sollte um 3,8 inch (spec: 0 - 6) 20 und die Compressibilität um 3,5% (spec: 0 - 6%) liegen.

Weiterhin ist als Material der vierten Schicht 8 ein Produkt der Firma Dow Chemical geeignet, daß unter dem Warenzeichen SILK gehandelt wird. Hierbei handelt es sich um ein siliziumhaltiges, siliziumoxidhaltiges und kohlenstoffhaltiges Gemisch. 25

Patentansprüche

1. Verfahren zur Entfernung einer Maskenschicht von einem Halbleitersubstrat mit den Schritten:

5 - Bereitstellen eines Halbleitersubstrats (1) auf dem eine erste Schicht (2) angeordnet ist,  
- wobei auf der ersten Schicht (2) eine zweite Schicht (3) und auf der zweiten Schicht (3) eine dritte Schicht (4) angeordnet ist und  
10 - wobei die dritte Schicht (4) so strukturiert ist, daß ein erster Graben (5) in der dritten Schicht (4) gebildet ist, der die zweite Schicht (3) freilegt;  
- Ätzen der zweiten Schicht (3), wobei die dritte Schicht als Ätzmaske verwendet wird und in dem Bereich des ersten Grabens (5) ein zweiter Graben (6) in der zweiten Schicht (3) gebildet wird, der die erste Schicht (2) freilegt;  
15 - Entfernen der dritten Schicht (4) von der zweiten Schicht (3);  
- Ätzen der ersten Schicht (2), wobei die zweite Schicht (3) als Ätzmaske verwendet wird und in dem Bereich des zweiten Grabens (6) ein dritter Graben (7) in der ersten Schicht (2) gebildet wird, der das Substrat (1) freilegt;  
- Abscheiden einer vierten Schicht (8) auf der zweiten Schicht (3) und dem freigelegten Substrat (1);  
20 - chemisch-mechanisches Polieren der vierten Schicht (8) und nachfolgend der zweiten Schicht (3), wobei die vierte Schicht (8) von der zweiten Schicht (3) entfernt wird und anschließend die zweite Schicht (3) von der ersten Schicht (2) entfernt wird,  
- wobei die vierte Schicht (8) in dem dritten Graben (7) verbleibt.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

da durch gekennzeichnet, daß  
35 die erste Schicht (2) aus einer polysiliziumhaltigen oder einer metallhaltigen Schicht gebildet wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die erste Schicht (2) aus einer iridiumoxid- oder einer wolfram- oder einer tantal- oder einer titan- oder einer kupfer- oder einer titannitrid- oder einer tantalnitrid- oder einer wolframsilizid- oder einer wolframnitrid- oder einer platin- oder einer iridium- oder einer kobalt- oder einer palladium- oder einer silizid- oder einer nitrid- oder einer karbidhaltigen Schicht gebildet wird.

10

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die zweite Schicht (3) auf einer siliziumnitrid- oder einer siliziumoxid- oder einer polysilizium- oder einer titan- oder einer titannitrid- oder einer wolframhaltigen Schicht gebildet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die dritte Schicht (4) als eine photosensitive Maskenschicht gebildet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die vierte Schicht (8) aus einer siliziumoxid- oder einer siliziumnitrid- oder einer butylzyklobuten- oder einer polybutyloxalathaltigen Schicht gebildet wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
das chemisch-mechanische Polieren mit einer Polierflüssigkeit durchgeführt wird, die einen Feststoffgewichtsanteil zwischen 20% und 40% enthält oder Ammoniak enthält oder einen PH-Wert zwischen 9 und 11 aufweist.

## Zusammenfassung

Verfahren zur Entfernung einer Maskenschicht von einem Halbleitersubstrat

5

Es wird ein Halbleitersubstrat (1) bereit gestellt, auf dem eine erste Schicht (2), eine zweite Schicht (3) und eine dritte Schicht (4) angeordnet sind. Die dritte Schicht (4) ist beispielsweise eine Lackmaske, die zur Strukturierung der zweiten Schicht (3) verwendet wird. Die zweite Schicht (3) ist beispielsweise eine strukturierte Hartmaske, die zur Strukturierung der ersten Schicht (2) verwendet wird. Anschließend wird die dritte Schicht (4) entfernt und eine vierte Schicht (8) abgeschieden. Die vierte Schicht (8) ist beispielsweise ein Isolator, der in der ersten Schicht (2) gebildeten Gräben auffüllt. Anschließend wird die vierte Schicht (8) mittels eines CMP-Schrittes planarisiert, wobei die Planarisierung fortgesetzt wird und die zweite Schicht (3), die beispielsweise eine Hartmaske ist, zusammen mit der vierten Schicht (8) von der ersten Schicht (2) entfernt. Dabei verbleibt die vierte Schicht (8) in einem Graben (7), der in der ersten Schicht (2) angeordnet ist.

Figur 5

Bezugszeichenliste

- 1 Substrat
- 2 erste Schicht
- 5 3 zweite Schicht
- 4 dritte Schicht
- 5 erster Graben
- 6 zweiter Graben
- 7 dritter Graben
- 10 8 vierte Schicht

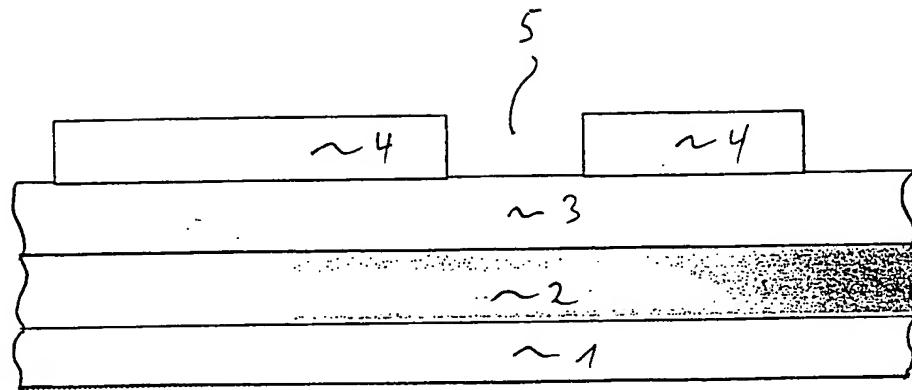


Fig 1

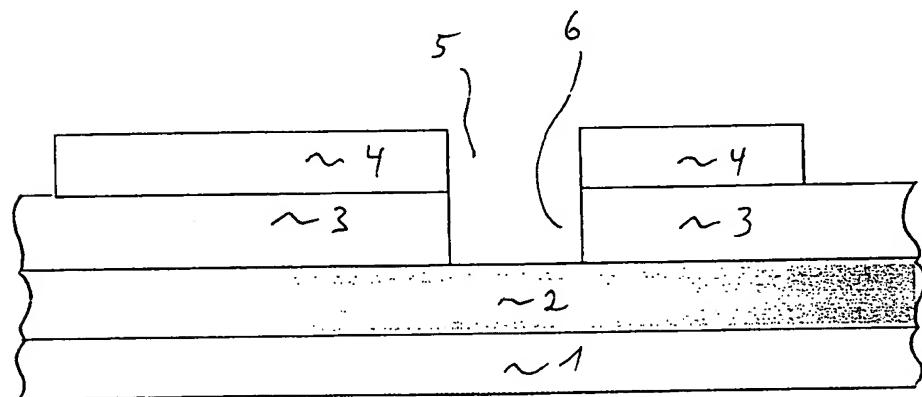


Fig 2

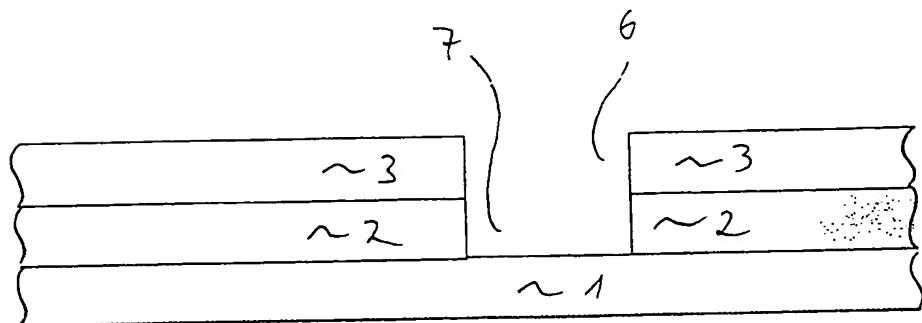


Fig 3

212

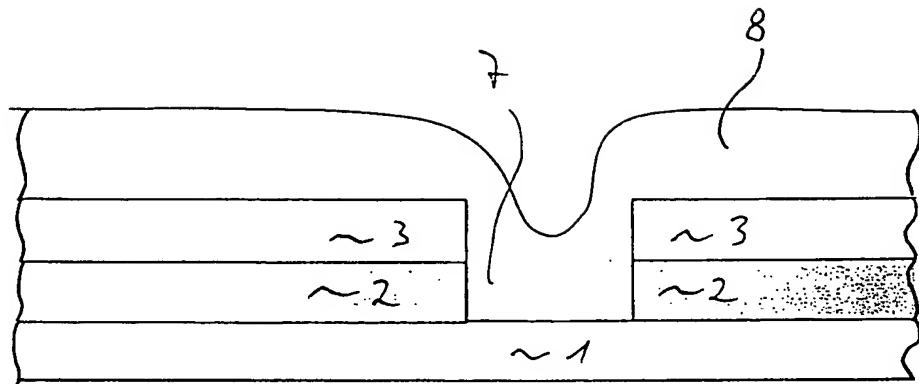


Fig 4

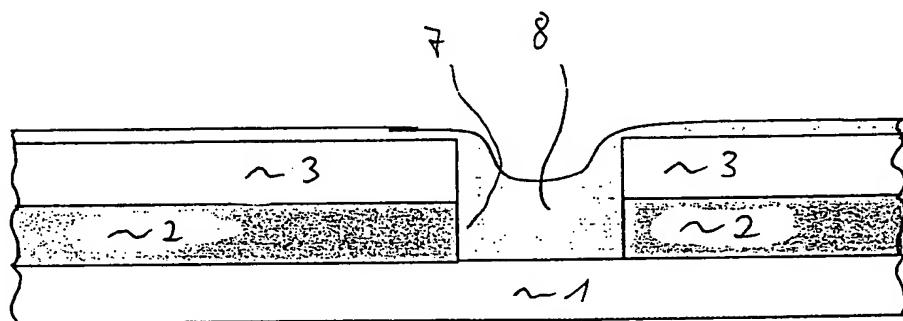


Fig 5

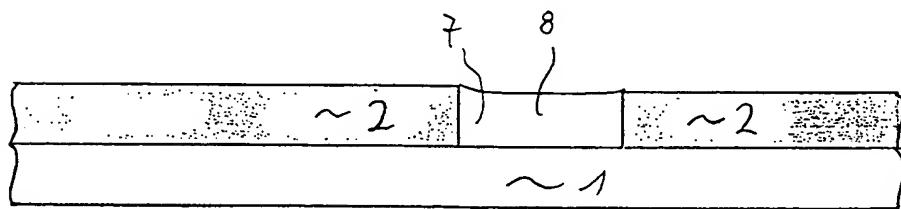


Fig 6